

Pemodelan dan Pemetaan Kasus Demam Berdarah *Dengue* di Provinsi Jawa Timur Tahun 2014 dengan *Generalized Poisson Regression*, Regresi Binomial Negatif dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

Nendy Septi Arniva dan Purhadi

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: purhadi@statistika.its.ac.id

Abstrak—Salah satu penyakit menular yang menjadi masalah utama kesehatan masyarakat di Indonesia adalah penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). DBD ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes Aegypti* melalui gigitan. Tempat yang paling banyak nyamuk ini berada yaitu di lingkungan yang buruk, lembab. Salah satu Provinsi yang Kasus DBD masih tinggi yaitu Provinsi Jawa Timur. Jumlah kasus DBD di Jawa Timur hingga akhir Januari 2015 sebanyak 1.817 kasus. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan jumlah kasus DBD dengan metode *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan Regresi Binomial Negatif untuk menangani kasus overdispersi. Pendeteksian wilayah yang menjadi kantong DBD menggunakan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Pemodelan menggunakan GPR dan regresi binomial negatif didapatkan variabel berpengaruh terhadap kasus DBD di Jawa Timur Tahun 2014 adalah persentase rumah sehat (X_3) dan rasio sarana kesehatan per 1000 penduduk (X_4). Hasil pendeteksian kantong DBD berdasarkan model GPR dan BNR didapat sepuluh kantong DBD. Kantong dengan nilai resiko tertinggi terdapat pada Kota Surabaya dengan nilai resiko sebesar 3,32 dengan pemodelan GPR, dan 2,84 dengan pemodelan regresi binomial negatif.

Kata Kunci— DBD, *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*, GPR, Regresi Binomial Negatif.

I. PENDAHULUAN

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan masalah utama kesehatan masyarakat di Indonesia dan angka kematian DBD selalu meningkat dari tahun ke tahun. DBD sering muncul sebagai kejadian luar biasa (KLB) dengan angka kematian relatif tinggi. DBD ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes Aegypti* melalui gigitan. Tempat yang paling banyak nyamuk ini berada yaitu di lingkungan yang lembab, curah hujan yang tinggi, genang air di dalam maupun di luar rumah. Faktor lain penyebab DBD ini adalah kepadatan penduduk, perilaku masyarakat yang tidak sehat.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia telah mengupayakan berbagai strategi dalam mengatasi kasus DBD yang salah satu diantaranya adalah dengan cara Pemberantasan Sarang Nyamuk Demam Berdarah Dengue (PSN DBD), namun ternyata Kasus DBD di Provinsi Jawa Timur masih tinggi. Menurut kementerian kesehatan sebanyak 1.817 kasus demam berdarah *dengue*

(DBD) di Provinsi Jawa Timur hingga akhir Januari 2015 [1].

Jumlah kasus DBD merupakan salah satu contoh data *count*, sehingga analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor berpengaruh adalah regresi poisson. Dalam analisis regresi poisson, sering kali muncul fenomena overdispersi [2]. Metode yang digunakan untuk mengatasi overdispersi dalam regresi poisson adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan Regresi Binomial Negatif. Untuk mengetahui model terbaik dari ketiga metode tersebut, maka dilakukan pemilihan model terbaik dengan menghitung nilai AIC (*Akaike Information Criterion*). Model dikatakan terbaik jika mempunyai nilai AIC terkecil.

Penelitian ini dilakukan pemetaan untuk mengetahui wilayah yang menjadi kantong-kantong DBD di Jawa Timur dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*, sehingga upaya menangani atau mengatasi wilayah yang paling banyak terjangkit DBD dengan adanya pemetaan wilayah ini, sehingga penanganan lebih efektif dan tepat sasaran dan mengurangi penderita penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Multikolinieritas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi adalah tidak adanya kasus multikolinieritas. Pendeteksian kasus multikolinieritas dilakukan dengan menggunakan koefisien korelasi menggunakan kriteria nilai VIF (*Variance Inflation Factors*). Terdapat kasus multikolinieritas jika koefisien korelasi lebih besar 0,95. Nilai VIF yang lebih besar dari 10 menunjukkan adanya kasus multikolinieritas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (1)$$

dengan R_j^2 merupakan nilai koefisien determinasi antara variabel x_j dengan variabel prediktor lainnya [3].

B. Regresi Poisson

Regresi poisson merupakan analisis regresi nonlinear digunakan dalam menganalisis data diskrit (*count*). Jika

variabel Y berdistribusi poisson maka fungsi peluang dari distribusi poisson dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Dengan μ merupakan rata-rata variabel random Y yang berdistribusi poisson dimana nilai rata-rata dan varians mempunyai nilai lebih dari nol. Persamaan regresi poisson dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp \left(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} \right) \quad (3)$$

Penaksiran parameter dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) yaitu dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Fungsi *likelihood* dari regresi poisson dirumuskan sebagai berikut [4].

$$\ln L(\beta) = - \sum_{i=1}^n e^{x_i^T \beta} + \sum_{i=1}^n y_i x_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \quad (4)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial yaitu menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

C. Generalized Poisson Regression (GPR)

Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) merupakan salah satu alternatif model untuk data yang berupa data *count* dimana terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi poisson yaitu rata-rata dan varians mempunyai nilai yang sama. Selain parameter μ dalam model GPR juga terdapat θ sebagai parameter dispersi. Misalkan $y_i = 0, 1, 2, \dots$ merupakan variabel respon maka distribusi respon maka distribusi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut [5].

$$f(y_i; \mu_i; \theta) = \left(\frac{\mu}{1 + \theta \mu} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp \left(\frac{-\mu(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu} \right), y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

Dengan *mean* dan *variance* adalah sebagai berikut.

$$E(Y) = \mu \text{ dan } \text{Var}(Y) = \mu(1 + \theta \mu)^2$$

Model dari GPR sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik})$$

Penaksiran parameter menggunakan metode MLE, dengan fungsi *likelihood* model GPR sebagai berikut.

$$\ln L(\beta, \theta) = \sum_{i=1}^n \{ y_i \ln(\mu_i) - y_i \ln(1 + \theta \mu_i) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta \} \quad (6)$$

$$\text{dimana } \Delta = -\ln(y_i!) - \frac{\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i}$$

Pengujian signifikansi parameter secara serentak untuk estimasi parameter model GPR dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0; j=1, 2, \dots, k$$

Statistik uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (7)$$

Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$ berarti paling sedikit ada satu parameter berpengaruh secara signifikan terhadap model. Pengujian dilanjutkan dengan uji secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ (pengaruh variabel ke-} j \text{ tidak signifikan)}$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ (pengaruh variabel ke-} j \text{ signifikan)}$$

Statistik uji yang digunakan mengikuti distribusi z yaitu:

$$z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (8)$$

Tolak H_0 jika nilai dari $|z_{hitung}| > z_{\alpha/2}$ yang berarti parameter ke- j signifikan terhadap model.

D. Regresi Binomial Negatif

Selain mengatasi kasus overdispersi pada regresi poisson menggunakan analisis GPR, dapat juga dilakukan dengan regresi binomial negatif. Model regresi binomial negatif mempunyai fungsi sebagai berikut.

$$\ln L(\beta, \theta) = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{r=1}^{y_i-1} \ln(r + \theta^{-1}) - \ln(y_i!) + y_i \ln(\theta \mu_i) - (\theta^{-1} + y_i) \ln(1 + \theta \mu_i) \right] \quad (9)$$

dengan $y_i = 0, 1, 2, \dots$

Estimasi parameter regresi binomial negatif dinyatakan sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) \quad (10)$$

Pengujian signifikansi secara serentak untuk estimasi parameter model regresi binomial negatif dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0, j=1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (11)$$

Tolak H_0 jika statistik uji $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$ berarti paling sedikit ada satu parameter berpengaruh secara signifikan terhadap model. Pengujian dilanjutkan dengan uji secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ (pengaruh variabel ke-} j \text{ tidak signifikan)}$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ (pengaruh variabel ke-} j \text{ signifikan)}$$

Statistik Uji:

$$z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (12)$$

Tolak H_0 jika nilai $|z_{hitung}| > z_{\alpha/2}$ yang berarti parameter ke- j signifikan terhadap model.

E. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*) [6].

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}) + 2k \quad (13)$$

dimana $L(\hat{\beta})$ adalah nilai *likelihood* dan k adalah jumlah parameter. Model terbaik yang dipilih dari nilai AIC terkecil.

F. Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic

Spatial Scan Statistic merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mendeteksi cluster pada sebuah lokasi yang berupa titik maupun agregat. Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* mempunyai *power* lebih tinggi daripada metode *Circular Spatial Scan Statistic* saat *cluster* yang dideteksi adalah *non-circular* dan fleksibel terhadap bentuk kantong yang dihasilkan sehingga tidak terbatas pada bentuk lingkaran saja [7].

G. Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus DEN-1, DEN-2, DEN-3, atau DEN-4 yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* atau *aedes albopictus* yang sebelumnya telah terinfeksi oleh virus *dengue* dari penderita DBD lainnya.

Masa inkubasi penyakit DBD, yaitu periode sejak virus *dengue* menginfeksi manusia hingga menimbulkan gejala klinis, antara 3-14 hari, rata-rata antara 4-7 hari.

Penularan penyakit DBD ini juga dipengaruhi oleh interaksi tiga faktor, yaitu sebagai berikut [7].

- Faktor penjamu (Target penyakit, inang), dalam hal ini adalah manusia yang rentan tertular penyakit DBD. Adapun indikator yang termasuk faktor penjamu ini adalah kepadatan penduduk.
- Faktor penyebar (vektor) dan penyebab penyakit (agen), dalam hal ini adalah virus DEN tipe 1-4 sebagai agen penyebab penyakit, sedangkan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes albopictus* yang berperan sebagai vektor penyebar penyakit DBD. Adapun indikator yang termasuk faktor penyebab ini adalah jentik nyamuk.
- Faktor lingkungan yaitu lingkungan yang memudahkan terjadinya kontak penularan penyakit DBD. Adapun indikator yang termasuk faktor lingkungan ini adalah rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data variabel respon (jumlah penderita penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2014) diperoleh dari profil kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. Sedangkan untuk variabel prediktor diperoleh dari profil kesehatan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur dan Jawa Timur Dalam Angka Badan Pusat Statistik.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

- Y : Banyak penderita DBD (jiwa)
- X_1 : Kepadatan penduduk (jiwa/km²)
- X_2 : Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (persen)
- X_3 : Persentase rumah sehat (persen)
- X_4 : Rasio sarana kesehatan (per 1000 penduduk)
- X_5 : Rasio tenaga kesehatan (per 1000 penduduk)

C. Langkah Analisis

Langkah analisis untuk menyelesaikan permasalahan adalah sebagai berikut.

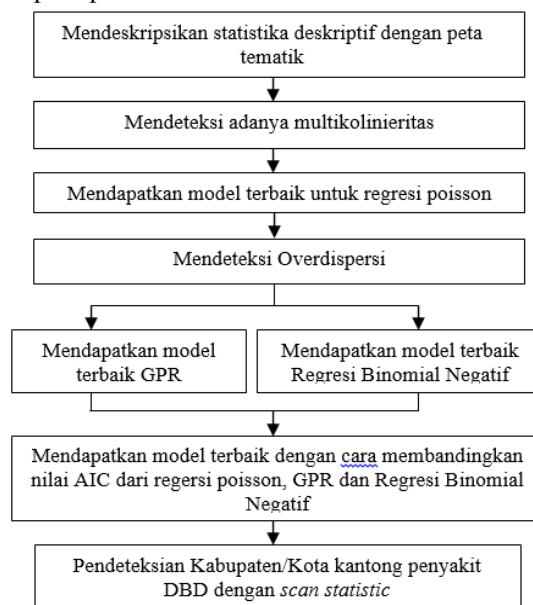
- Mendeskripsikan jumlah kasus DBD dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dalam peta tematik.
- Pemeriksaan multikolinearitas dengan melihat nilai VIF dan koefisien korelasi *pearson*.
- Menganalisis model regresi poisson dan mendeteksi adanya overdispersi pada data dengan melihat nilai *Deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya.
- Menganalisis model GPR dengan menaksir parameter GPR dan menguji signifikansi parameter model GPR secara serentak dan parsial.
- Menganalisis model regresi binomial negatif dengan menaksir parameter model regresi binomial negatif dan menguji signifikansi parameter model regresi binomial negatif.
- Pemilihan model terbaik dengan melihat nilai AIC dari model regresi poisson, GPR dan regresi binomial

negatif, model terbaik dipilih dari nilai AIC terkecil.

- Mendeteksi kantong-kantong DBD di Provinsi Jawa Timur dengan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* dengan menggunakan model terbaik dari langkah (C6).

D. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan langkah-langkah analisis data dapat lebih mudah dipahami dapat disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

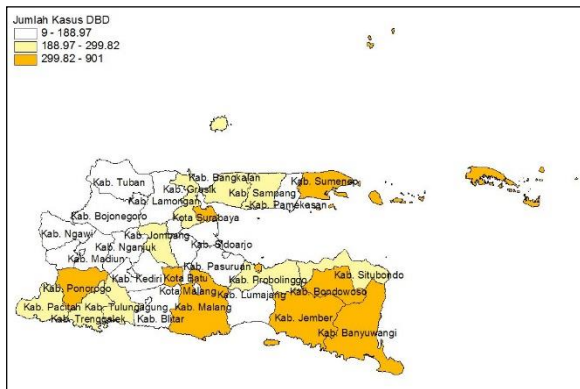
A. Karakteristik Jumlah Kasus DBD Tahun 2014 di Jawa Timur

Pada Tahun 2014 jumlah kasus DBD di Jawa Timur mencapai 9.287 kasus. Kasus tertinggi terdapat di Kabupaten Jember sebesar 901 kasus. Kasus terendah terdapat di Kabupaten Mojokerto sebesar 9 kasus. Pada Tabel 1 terlihat rata-rata variabel kepadatan penduduk (X_1) di Provinsi Jawa Timur sebesar 1,89316 jiwa/km² per 1000 kepadatan penduduk, dengan varians yang cukup besar 5169,63817 per 1000 kepadatan penduduk yang artinya keragaman kepadatan penduduk di kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur sangat beragam. Rata-rata rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (X_2) sebesar 46,29 % kurang dari 50% rumah tangga yang dipantau telah berperilaku hidup bersih dan sehat. Adapun statistika deskriptif ditampilkan pada Tabel 1 berikut ini.

TABEL 1. STATISTIKA DESKRIPTIF VARIABEL PENELITIAN

Variabel	Rata-Rata	Varians	Maks	Min
Jumlah Kasus DBD	244,39	43405,49	901,00	9,00
Kepadatan penduduk	1893,16	5169638,17	8683,16	274,70
Persentase rumah tangga ber-PHBS	46,29	209,51	68,7	20,1
Persentase rumah sehat	54,16	821,08	132,98	4,20
Rasio sarana kesehatan	31,15	75,34	52,10	12,47
Rasio tenaga kesehatan	1,87	6,40	15,93	0,21

Statistika deskriptif selain disajikan dalam bentuk tabel juga disajikan dalam bentuk peta tematik, Gambar 2 berikut ini merupakan peta tematik dari penyebaran jumlah kasus DBD di Provinsi Jawa Timur tahun 2014.



Gambar 2. Penyebaran Jumlah Kasus DBD di Jawa Timur

Pada Gambar 2 dengan indikator warna putih merupakan wilayah dengan jumlah kasus DBD tinggi antara rentang 299,82-901 kasus, yang mana jumlah kasus tertinggi terdapat di Kabupaten Jember. Kabupaten/kota dikelompokkan dengan jumlah kasus DBD terendah antara rentang 9-188,97. Untuk kelompok dengan jumlah kasus DBD sedang antara 188,97-299,82 kasus.

B. Pemeriksaan Multikolinieritas

Sebelum melakukan analisis dengan tiga metode, yaitu regresi poisson, *Generalized Poisson Regression* dan regresi binomial negatif maka perlu dilakukan pengujian multikolinieritas terhadap data yang digunakan untuk melihat antar variabel prediktor apakah ada tidaknya korelasi yang tinggi. Berikut merupakan hasil nilai VIF antara satu variabel prediktor dengan beberapa variabel prediktor lainnya.

TABEL 2. NILAI VIF DARI VARIABEL PREDIKTOR

Variabel	VIF
X ₁	1,25267
X ₂	1,49194
X ₃	1,80543
X ₄	1,20212
X ₅	1,28413

Tabel 2 menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor bernilai kurang dari 10, maka dapat disimpulkan tidak ada kasus multikolinieritas. Sehingga dapat dilanjutkan ke pemodelan regresi poisson, GPR dan regresi binomial negatif.

C. Pemodelan Jumlah Kasus DBD Menggunakan Regresi Poisson

Berikut adalah hasil estimasi parameter model regresi poisson.

TABEL 3. ESTIMASI PARAMETER MODEL REGRESI POISSON

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z _{hitung}	P Value
β ₀	3,7552	0,05786	62,90	< 0,0001
β ₁	0,000014	4,824 x 10 ⁻⁶	2,98	0,0051
β ₂	-0,00458	0,000866	-5,29	<0,0001
β ₃	0,01177	0,000426	27,61	<0,0001
β ₄	0,03537	0,001204	29,38	<0,0001
β ₅	0,06248	0,004246	14,71	<0,0001
Devians : 3750,9852		DF: 32		
AIC : 4032,6				

^{*)} signifikan pada α=0,1

Hasil dari pengujian secara serentak model regresi poisson diperoleh nilai devians sebesar 3750,9852, hal

ini berarti nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{0,1;5} = 9,236$. Sehingga diperoleh bahwa paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model. Oleh karena itu, perlu dilanjutkan pada pengujian secara parsial

Hasil pengujian secara parsial, variabel dikatakan berpengaruh terhadap model jika nilai $|Z_{hitung}| > Z_{(0,10/2)}$ dimana $Z_{(0,05)}=1,64$. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh terhadap jumlah kasus DBD. Berikut model regresi poisson yang dihasilkan.

$$\hat{\mu} = \exp(3,7552 + 0,000014X_1 - 0,00458X_2 + 0,01177X_3 + 0,03537X_4 + 0,06248X_5)$$

D. Pemodelan GPR

Hasil pemodelan regresi poisson diperoleh hasil bahwa nilai devians dibagi dengan derajat bebasnya lebih besar dari 1, artinya data jumlah kasus DBD terjadi *overdispersion*, sehingga dilakukan analisis menggunakan metode GPR.

Berikut pengujian parameter secara serentak dan parsial dari pemodelan GPR dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4. ESTIMASI PARAMETER MODEL GPR

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z _{hitung}	P Value
β ₀	3,8077	0,6966	5,47	<0,0001
β ₁	-0,00002	0,000055	-0,28	0,7811
β ₂	-0,00768	0,01034	-0,74	0,4623
β ₃	0,01312	0,007201	1,82 ^{*)}	0,0763
β ₄	0,03751	0,01814	2,07 ^{*)}	0,0455
β ₅	0,06860	0,06687	1,03	0,3114

Devians : 480,2

AIC : 494,2

^{*)} signifikan pada α=0,1

Pengujian serentak model GPR menghasilkan keputusan tolak H₀ karena nilai devians sebesar 480,2 lebih besar dari $\chi^2_{0,1;5} = 9,236$, sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

Tabel 4 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap kasus DBD di Jawa Timur tahun 2014 adalah X₃ dan X₄, adapun model GPR yang terbentuk sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(3,8077 - 0,00002X_1 - 0,00768X_2 + 0,01312X_3 + 0,03751X_4 + 0,06860X_5)$$

E. Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Selain menggunakan GPR untuk mengatasi overdispersi pada model regresi poisson, dapat juga menggunakan model regresi binomial negatif. Penaksiran parameter dan pengujian parameter secara serentak dan parsial. Berikut ditampilkan hasil estimasi parameter model regresi binomial negatif.

TABEL 5. ESTIMASI PARAMETER MODEL REGRESI BINOMIAL NEGATIF

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z _{hitung}	P Value
β ₀	3,834	0,6079	6,307	2,84 x 10 ⁻¹⁰
β ₁	2,797 x 10 ⁻⁶	5,199 x 10 ⁻⁵	0,054	0,95709
β ₂	-0,006894	0,008919	-0,773	0,43956
β ₃	0,01225	0,004953	2,473 ^{*)}	0,01339
β ₄	0,03601	0,01334	2,700 ^{*)}	0,00693
β ₅	0,06405	0,04729	1,354	0,17558

Devians : 40,643

AIC : 489,21

^{*)} signifikan dengan taraf nyata 10%

Pengujian serentak model regresi binomial negatif menghasilkan keputusan tolak H_0 karena nilai devians sebesar 475,206 lebih besar dari $\chi^2_{0,1;5} = 9,236$, sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap kasus DBD di Jawa Timur tahun 2014 adalah X_3 dan X_4 , model BNR yang terbentuk sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(3,834 + 2,797 \times 10^{-6} X_1 - 0,006894 X_2 + 0,01225 X_3 + 0,03601 X_4 + 0,06405 X_5)$$

Dari model regresi binomial negatif dapat diketahui bahwa setiap kenaikan satu persen rumah sehat (X_3), maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus DBD di Jawa Timur tahun 2014 sebesar $\exp(0,01225) = 1,01$ kasus dengan syarat semua variabel lain konstan, selain itu interpretasi yang sama untuk kepadatan penduduk (X_1), rasio sarana kesehatan (X_4) dan rasio tenaga kesehatan (X_5). Jika persentase rumah tangga berperilaku PHBS (X_2) meningkat satu persen, maka rata-rata jumlah kasus DBD di Jawa Timur tahun 2014 akan menurun sebesar $\exp(-0,006894) = 0,993$ kasus dengan syarat semua variabel lain konstan.

F. Pemilihan Model Terbaik

Untuk mengetahui model mana yang lebih sesuai maka dilakukan perbandingan antar model dengan Kriteria nilai AIC. Model yang terbaik adalah menghasilkan nilai AIC terkecil.

TABEL 6. PEMILIHAN MODEL TERBAIK

Model	Variabel Signifikan	Nilai AIC
Regresi Poisson	$X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$	4032,6
GPR	$X_3 X_4$	494,2
Regresi Binomial Negatif	$X_3 X_4$	489,21

Berdasarkan Tabel 6 diatas nilai AIC terkecil diperoleh pada model regresi binomial negatif. Maka dapat disimpulkan model terbaik untuk jumlah kasus DBD per Kabupaten/Kota di Jawa Timur tahun 2014 adalah model regresi binomial negatif.

G. Pendeteksian Kantong DBD di Jawa Timur Menggunakan Metode Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic

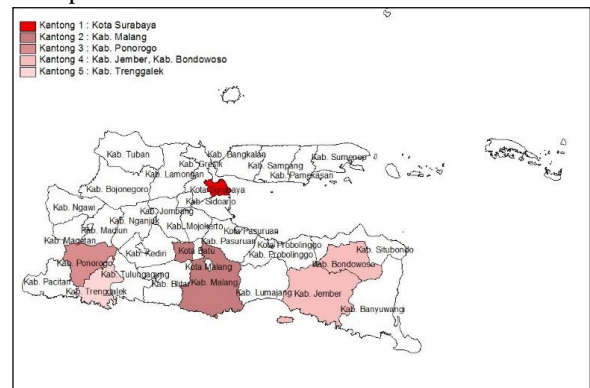
Pengujian tingkat signifikansi dilakukan dengan teknik simulasi monte carlo, dimana pengulangan dilakukan sebanyak 99, 999 dan 9999 menghasilkan kesimpulan yang sama baik dari sisi jumlah DBD yang dideteksi maupun resiko relatifnya. Perbedaan hasil hanya pada keakuratan p-value. Berikut ini adalah hasil pendeteksian kantong DBD dengan pemodelan regresi binomial negatif.

TABEL 7. HASIL DETEKSI KANTONG DBD DENGAN PEMODELAN REGRESI BINOMIAL NEGATIF

Kantong DBD	Jumlah Kabupaten/Kota	Jumlah Kasus	Harapan	Resiko Relatif	P-Value
1	1	816	287,022	2,84	0,0001
2	1	834	337,457	2,47	0,0001
3	1	389	169,413	2,30	0,0001
4	2	1412	686,567	2,06	0,0001
5	1	255	143,937	1,77	0,0001
6	1	319	232,871	1,37	0,0001
7	1	213	167,184	1,27	0,0231
8	1	216	172,768	1,25	0,0452

9	1	176	145,52	1,21	0,3015
10	1	161	142,933	1,13	0,9548

Deteksi kasus DBD di Jawa Timur dengan pemodelan regresi binomial negatif didapat 10 kantong yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Pendeteksian Kasus DBD dengan Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 3 diperoleh informasi untuk setiap kantong sebagai berikut.

1. Daerah yang termasuk ada kantong 1 adalah Kota Surabaya. Nilai resiko relatif untuk kantong DBD ini sebesar 2,84. Artinya Kota Surabaya memiliki resiko ditemukannya kasus DBD 2,84 kali lebih beresiko dibanding dengan daerah lain yang berada diluar kantong 1.
2. Kantong yang nilai resiko relatif tertinggi nomor dua. Nilai resiko relatifnya sebesar 2,47 yaitu daerah kabupaten Malang. Artinya Kabupaten Malang memiliki resiko ditemukannya kasus DBD 2,47 kali lebih tinggi dibanding dengan daerah lain yang berada diluar kantong 2.
3. Kantong ketiga yaitu Kabupaten Ponorogo. Nilai resiko relatif terkena kasus DBD sebesar 2,30, artinya Kabupaten Ponorogo memiliki resiko 2,30 kali lebih tinggi dibanding dengan daerah lain yang berada diluar kantong 3.
4. Daerah yang termasuk dalam kantong keempat yaitu Kabupaten Jember dan kabupaten Bondowoso. Nilai resiko relatif sebesar 2,06, artinya Kabupaten Jember dan Kabupaten Bondowoso memiliki resiko terkena kasus DBD 2,06 kali lebih tinggi dibanding dengan daerah lain yang berada diluar kantong 4.
5. Daerah untuk kantong kelima yaitu Kabupaten Trenggalek. Nilai resiko relatif sebesar 1,77, artinya Kabupaten Trenggalek memiliki resiko terkena kasus DBD 1,77 kali lebih besar dibanding dengan daerah lain yang berada diluar kantong ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu model terbaik untuk kasus DBD di Jawa Timur tahun 2014 adalah model regresi binomial negatif dengan nilai AIC sebesar 489,21. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD yaitu persentase rumah sehat (X_3) dan rasio sarana kesehatan (X_4).

Hasil pendeteksian kantong DBD di Jawa Timur tahun 2014 dengan pemodelan GPR dan BNR menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* memberikan informasi bahwa sama-sama didapatkan 10 kantong DBD dengan masing-masing terdiri dari 1 dan 2

kabupaten/kota. Dilihat dari nilai resiko relatif tertinggi, kabupaten/kota yang termasuk pada kantong rawan terkenna kasus DBD adalah Kota Surabaya.

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan beberapa variabel untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan informatif, seperti penambahan variabel persentase rumah tangga bebas jentik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Purhadi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan arahnya kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Kepada Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si dan Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberi saran dan kritiknya demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Kepada orangtua penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa demi keberhasilan penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Kesehatan. 2015. Kemenkes Terima Laporan Peningkatan Kasus DBD di Jawa Timur. (Diakses tanggal 8 November 2015).
- [2] Cameron, A.C. dan Trivedi, P.K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Hocking, R. (1996). *Methods and Application of Linear Models*. New York: John Wiley & Sons.
- [4] Myers, R. H. (1990). *Classical and Modern Regression with Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- [5] Famoye, F., Wulu, J.T. dan Singh, K.P. (2004). *On The Generalized Poisson Regression Model with an Application to Accident Data*. Journal of Data Science 2 (2004) 287-295.
- [6] Bozdogan, H. (2000). *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity*, Mathematical Psychology, 44, 62-91.
- [7] Ginanjar, Genis. (2007). *Apa yang Dokter Anda Tidak Katakan Tentang Demam Berdarah*. B first, Yogyakarta.